

CONTROL DEVICE FOR SPARK-IGNITION ENGINE

Publication number: JP2004052694 (A)

Publication date: 2004-02-19

Inventor(s): SHINYA YOSHIYUKI; HITOMI MITSUO; SUMITA KOJI;
HAYASHI YOSHINORI

Applicant(s): MAZDA MOTOR

Classification:

- international: F02M25/07; F02D21/08; F02D41/02; F02D41/04; F02D41/06;
F02D45/00; F02M25/07; F02D21/00; F02D41/02; F02D41/04;
F02D41/06; F02D45/00; (IPC1-7): F02D21/08; F02D41/02;
F02D41/04; F02D41/06; F02D45/00; F02M25/07

- European:

Application number: JP20020212768 20020722

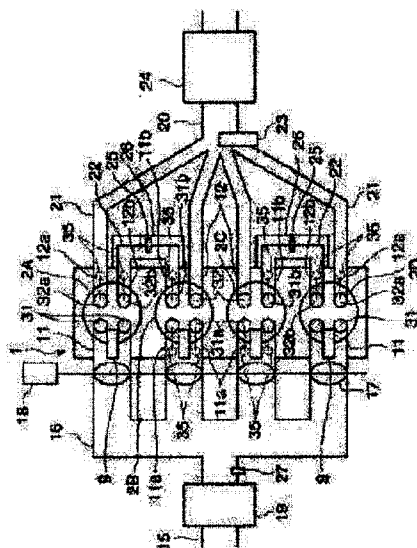
Priority number(s): JP20020212768 20020722

Also published as:

JP3879613 (B2)

Abstract of JP 2004052694 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain an effect of improving fuel economy by lean combustion and to enlarge a travel region where the effect can be obtained.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-52694

(P2004-52694A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
FO2D 21/08	FO2D 21/08 301C	3G062
FO2D 41/02	FO2D 41/02 351	3G084
FO2D 41/04	FO2D 41/04 335D	3G092
FO2D 41/06	FO2D 41/04 370	3G301
FO2D 45/00	FO2D 41/06 355	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2002-212768 (P2002-212768)
 (22) 出願日 平成14年7月22日 (2002.7.22)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100075409
 弁理士 榎木 久一
 (74) 代理人 100099955
 弁理士 樋口 次郎
 (72) 発明者 進矢 義之
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 人見 光夫
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

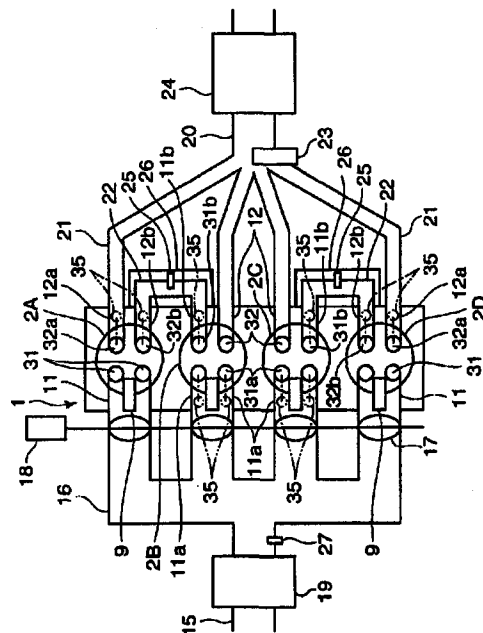
(54) 【発明の名称】 火花点火式エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 リーン燃焼による燃費改善効果をもたせるとともに、その効果が得られる走行領域を拡大する。

【解決手段】 排気行程と吸気行程が重なる一対の気筒間において排気行程側の先行気筒2A、2Dから排出される既燃ガスがそのまま吸気行程側の後続気筒2B、2Cに気筒間ガス通路22を介して導入され、後続気筒2B、2Cから排出されるガスのみが排気通路20に導かれるようにする。そして、先行気筒2A、2Dでは理論空燃比よりも所定量大きいリーン空燃比で燃焼を行わせ、後続気筒2B、2Cでは、先行気筒2A、2Dから導入された既燃ガスに燃料を供給して燃焼を行わせる。更に、先行気筒2A、2Dでの空燃比を増減させることにより、後続気筒2B、2Cの混合気温度を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

各気筒が所定の位相差をもって吸気、圧縮、膨張、排気の各行程からなるサイクルを行うようになっている多気筒の火花点火式エンジンにおいて、
排気行程と吸気行程が重なる一対の気筒間において排気行程側の気筒である先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程側の気筒である後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入されるとともに、この後続気筒から排出されるガスが排気通路に導かれるような2気筒接続状態とすることが可能なガス流通経路と、
少なくとも低負荷低回転域で、上記ガス流通経路を上記2気筒接続状態としつつ燃焼を行わせる特殊運転モードに制御する制御手段とを備え、
上記制御手段は、上記特殊運転モードにおいて、上記先行気筒では理論空燃比よりも所定量大きいリーン空燃比とした状態で燃焼を行わせるとともに、上記後続気筒では上記先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して所定の空燃比とした状態で燃焼を行わせるように各気筒の空燃比を制御する空燃比制御手段を含み、
上記空燃比制御手段は、上記先行気筒の空燃比を増減させることにより、上記後続気筒の混合気温度を制御すること
ことを特徴とする火花点火式エンジンの制御装置。

10

【請求項2】

上記特殊運転モードでは、上記空燃比制御手段が、上記後続気筒の実質的な空燃比を理論空燃比と略等しいものとすることを特徴とする請求項1記載の火花点火式エンジンの制御装置。

20

【請求項3】

上記特殊運転モードの一部または全域において、上記後続気筒は、圧縮着火による燃焼を行うことを特徴とする請求項1または2記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項4】

エンジンの温間時には上記特殊運転モードで運転するとともに、
上記空燃比制御手段は、上記後続気筒の混合気温度を高くする際には、上記先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で小さくする側に補正し、低くする際には、上記先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で大きくする側に補正すること
ことを特徴とする請求項1乃至3記載の火花点火式エンジンの制御装置。

30

【請求項5】

上記後続気筒の混合気温度を高くする際の上記先行気筒の空燃比は、理論空燃比の2倍よりも小さなリーン空燃比とする
ことを特徴とする請求項4記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項6】

上記後続気筒の燃焼前の筒内温度状態を推測する手段を設けるとともに、
その推測による上記後続気筒の混合気温度が所定値よりも低いときは、その混合気温度を高くする方向に、所定値よりも高いときは、その混合気温度を低くする方向に上記先行気筒の空燃比を補正すること
ことを特徴とする請求項4または5記載の火花点火式エンジンの制御装置。

40

【請求項7】

上記気筒間ガス通路を冷却するガス通路冷却手段と、
その冷却手段の作動を制御するガス通路冷却制御手段と
を有することを特徴とする請求項1乃至6記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【請求項8】

吸気通路から各気筒の吸気ポートに新気を導入するとともに各気筒の排気ポートから排出される排気ガスを上記排気通路に導く各気筒独立状態となるように新気及びガスの流通経路を切換える流通経路切換手段を備えるとともに、
上記制御手段は、高負荷、高回転側の運転領域では、上記流通経路切換手段によって上記流通経路を各気筒独立状態として燃焼を行わせる通常運転モードに制御する

50

ことを特徴とする請求項1乃至7記載の火花点火式エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、火花点火式エンジンの制御装置に関し、より詳しくは、多気筒エンジンにおいて燃費改善及びエミッション向上のために各気筒の燃焼状態を制御する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、火花点火式エンジンにおいて、各気筒内の混合気の空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比とした状態で燃焼を行わせることにより燃費改善を図る技術が知られている。また、リーン燃焼した既燃ガスを直接排気せずに、酸素の多く残留したその既燃ガスを再度圧縮、膨張させてから排気することにより、更に燃費を改善するとともに排ガス浄化を促進する技術が知られている。

【0003】

例えば特開2001-336435号公報には、低回転低負荷域等には1回の給排気行程の間に、2回の圧縮、膨張行程を行うようにした6サイクルエンジンに関する技術が開示されている。このエンジンでは、1回目の膨張行程ではリーン燃焼を行い、その既燃ガスを排気することなく2回目の圧縮行程に移行し、燃料噴射後再び燃焼を行い、2回目の膨張行程に移行する。このように1回の給排気行程の間に2回の燃焼を行い、しかも1回目はリーン燃焼とすることにより、ポンピングロスが小さく、効率の高い燃焼を実現している。また、1回目の燃焼で生じたHCやNOxを2回目の燃焼で再反応させることにより、排ガス浄化を促進している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来例の6サイクルエンジンでは、1回目の燃焼によって高温になった既燃ガスに追加燃料を噴射して2回目の燃焼を行うが、走行状態によってはその混合気が適正な温度とならず、そのために燃焼が良好に行われなくなる虞があった。

【0005】

例えば、比較的高負荷、高回転のとき、2回目の燃焼前に、混合気温度が高くなり過ぎる場合があった。このような場合、2回目の燃焼時にノッキング等の異常燃焼を招き易いため、通常の4サイクルの燃焼としなければならず、6サイクルの燃焼による燃費改善効果や排ガス浄化効果を十分得ることができなかった。

【0006】

本発明は以上のような従来の課題を考慮してなされたものであり、リーン燃焼した高温の既燃ガスを、更に圧縮して再燃焼させるようなエンジンにおいて、その再燃焼前の混合気温度が望ましい温度となる走行領域を拡大し、リーン燃焼、更には圧縮着火による燃焼によって、高い燃費改善効果と排ガス浄化効果を得ることが出来る火花点火式エンジンの制御装置を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、各気筒が所定の位相差をもって吸気、圧縮、膨張、排気の各行程からなるサイクルを行うようになっている多気筒の火花点火式エンジンにおいて、排気行程と吸気行程が重なる一対の気筒間において排気行程側の気筒である先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程側の気筒である後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入されるとともに、この後続気筒から排出されるガスが排気通路に導かれるような2気筒接続状態とすることが可能なガス流通経路と、少なくとも低負荷低回転域で、上記ガス流通経路を上記2気筒接続状態としつつ燃焼を行わせる特殊運転モードに制御する制御手段とを備え、上記制御手段は、上記特殊運転モードにおいて、上記先行気筒では理論空燃比よりも所定量大きいリーン空燃比とした状態で燃焼を行わせるとともに、上記後続気筒では上記

10

20

30

40

50

先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して所定の空燃比とした状態で燃焼を行わせるように各気筒の空燃比を制御する空燃比制御手段を含み、上記空燃比制御手段は、上記先行気筒の空燃比を増減させることにより、上記後続気筒の混合気温度を制御することを特徴とする。

【0008】

この構成によると、少なくとも低負荷低回転域の特殊運転モードにおいて、先行気筒では空気が過剰に存在するリーン空燃比で、強制点火による燃焼が行われ、このリーン燃焼によって熱効率が高められるとともにポンピングロスが低減され、大幅な燃費改善効果が得られる。また、後続気筒では、先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに追加燃料が供給されて燃焼が行われる。先行気筒から気筒間ガス通路を介して導入されるガスは高温であるために、追加燃料の気化が促進され、後続気筒での良好な燃焼を得ることができる。また、先行気筒ではリーン空燃比で燃焼が行われることによりNOx発生量が比較的少なく抑えられ、後続気筒では、先行気筒から既燃ガスが導入されることで多量のEGR（排気再循環）が行われているのと同様の状態となることからNOxの発生が十分に抑制され、排ガス浄化が促進される。

【0009】

また、気筒間ガス通路である程度放熱されるので、前記公報に示された従来の6サイクルエンジンと比べ、比較的高負荷、高回転側の領域で混合気温度が過度に上昇する傾向が抑制される。

【0010】

更に、先行気筒の空燃比を増減させることにより後続気筒の混合気温度を制御することができるので、後続気筒の混合気温度を、特殊運転モードに適した温度に維持し易くなる。従って、後続気筒の混合気温度が比較的低くなり易い低負荷低回転領域から比較的高くなり易い高負荷高回転領域まで、広い範囲で特殊運転モードが適用できるので、高い燃費改善効果と排ガス浄化効果を得ることができる。

【0011】

なお本発明は、必ずしも特殊運転モードと他の運転モードとの切換えを必須の要件とするものではなく、例えば全運転領域に亘り特殊運転モードとしたものも含む。

【0012】

請求項2の発明は、請求項1記載の火花点火式エンジンの制御装置において、上記特殊運転モードでは、上記空燃比制御手段が、上記後続気筒の実質的な空燃比を理論空燃比と略等しいものとすることを特徴とする。

【0013】

ここで、実質的な理論空燃比とは、先行気筒から後続気筒に導入された既燃ガスに残存する酸素および未燃燃料と、供給された追加燃料とが後続気筒内で過不足なく反応し、完全燃焼し得る量的関係を言う。

【0014】

この発明のようにすると、後続気筒から排出される実質的な理論空燃比の燃焼による排ガスのみが排気通路に導かれるので、排気通路には三元触媒を備えるだけで十分に排気浄化性能が確保される。先行気筒で熱効率の良いリーン燃焼を行いながら、リーン燃焼を行う際に従来必要とされていた、比較的高価なリーンNOx触媒を必要としないので、コストを削減することができる。

【0015】

請求項3の発明は、請求項1または2記載の火花点火式エンジンの制御装置であって、上記特殊運転モードの一部または全域において、上記後続気筒は、圧縮着火による燃焼を行うことを特徴とする。

【0016】

このようにすると、後続気筒に既燃ガスが導入されることで多量のEGRが導入されたと同様の状態となっても、圧縮着火により急速に燃焼が行われるため、効率よく燃焼が仕事に寄与することとなり、これとポンピングロス低減とで燃費および排ガス浄化性能が大

10

20

30

40

50

幅に改善される。

【0017】

請求項4の発明は、請求項1乃至3記載の火花点火式エンジンの制御装置において、エンジンの温間時には上記特殊運転モードで運転するとともに、上記空燃比制御手段は、上記後続気筒の混合気温度を高くする際には、上記先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で小さくする側に補正し、低くする際には、上記先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で大きくする側に補正することを特徴とする。

【0018】

このようにすると、後続気筒の筒内温度が低く、特殊運転モード（圧縮着火を含む）に適さない状態であっても、先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で小さくする側に補正することによって後続気筒に導入される先行気筒の既燃ガス温度を上昇させることができる。従って、後続気筒の混合気温度を速やかに上昇させ、早期に特殊運転モードによる運転を行うことができる。逆に、後続気筒の筒内温度が高過ぎて、後続気筒に異常燃焼が発生する懸念が生いても、先行気筒の空燃比をリーン空燃比の範囲内で大きくする側に補正することによって後続気筒に導入される先行気筒の既燃ガス温度を降下させることができる。従って、後続気筒の混合気温度を速やかに降下させ、特殊運転モードによる運転を継続することができる。

10

【0019】

このように、後続気筒の混合気温度が低くなり易い比較的低負荷低回転の運転領域から、高くなり易い比較的高負荷高回転の運転領域まで、広い範囲で特殊運転モードが適用できるので、燃費向上、排ガス浄化の効果を更に高めることが出来る。

20

【0020】

請求項5の発明は、請求項4記載の火花点火式エンジンの制御装置において、上記後続気筒の混合気温度を高くする際の上記先行気筒の空燃比は、理論空燃比の2倍よりも小さくリーン空燃比とすることを特徴とする。

【0021】

このようにすると、先行気筒の空燃比が、特殊運転モードとしては比較的リッチになるため、その既燃ガスは、後続気筒の混合気温度を速やかに上昇させることができる。なお、後続気筒で実質的な理論空燃比での燃焼を行う場合、先行気筒での空燃比を理論空燃比の2倍よりも小さくすると、先行気筒への燃料噴射量は後続気筒への燃料供給量よりも多くなる。

30

【0022】

請求項6の発明は、請求項4または5記載の火花点火式エンジンの制御装置において、上記後続気筒の燃焼前の筒内温度状態を推測する手段を設けるとともに、その推測による上記後続気筒の混合気温度が所定値よりも低いときは、その混合気温度を高くする方向に、所定値よりも高いときは、その混合気温度を低くする方向に上記先行気筒の空燃比を補正することを特徴とする。

【0023】

このようにすると、運転状態の変化に伴い後続気筒の筒内温度状態が変化しても、後続気筒の燃焼直前の混合気温度を推定することができるので、それに応じて後続気筒の混合気温度を特殊運転モード（特に圧縮着火）に適した温度状態に補正することができる。従って、更に特殊運転モードでの運転領域を拡大することができ、燃費向上、排ガス浄化の効果を一層高めることができる。

40

【0024】

請求項7の発明は、請求項1乃至6記載の火花点火式エンジンの制御装置において、上記気筒間ガス通路を冷却するガス通路冷却手段と、その冷却手段の作動を制御するガス通路冷却制御手段とを有することを特徴とする。

【0025】

このようにすると、後続気筒の混合気温度を、冷却手段によってより降下させ易くなるため、更に高負荷高回転の運転領域まで特殊運転モードの適用範囲を拡大することができる

50

。従って、燃費向上、排ガス浄化の効果をより一層高めることができる。

【0026】

請求項8の発明は、請求項1乃至7記載の火花点火式エンジンの制御装置において、吸気通路から各気筒の吸気ポートに新気を導入するとともに各気筒の排気ポートから排出される排気ガスを上記排気通路に導く各気筒独立状態となるように新気及びガスの流通経路を切換える流通経路切換手段を備えるとともに、上記制御手段は、高負荷、高回転側の運転領域では、上記流通経路切換手段によって上記流通経路を各気筒独立状態として燃焼を行わせる通常運転モードに制御することを特徴とする。

【0027】

このようにすると、比較的低負荷低回転領域で燃費及び排ガス浄化性能の向上が図られる一方、比較的高負荷高回転領域での出力性能が確保される。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0029】

図1は本発明の一実施形態によるエンジンの概略構成を示し、図2はエンジン本体1の一つの気筒とそれに対して設けられた吸・排気弁等の構造を概略的に示している。これらの図において、エンジン本体1は複数の気筒を有し、図示の実施形態では4つの気筒2A～2Dを有している。各気筒2A～2Dにはピストン3が挿入され、ピストン3の上方に燃焼室4が形成されている。

【0030】

各気筒2A～2Dの燃焼室4の頂部には点火プラグ7が装備され、そのプラグ先端が燃焼室4内に臨んでいる。この点火プラグ7には、電子制御による点火時期のコントロールが可能な点火回路8が接続されている。

【0031】

燃焼室4の側方部には、燃焼室4内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁9が設けられている。この燃料噴射弁9は、図略のニードル弁及びソレノイドを内蔵し、パルス信号が入力されることにより、そのパルス入力時期にパルス幅に対応する時間だけ駆動されて開弁し、その開弁時間に應じた量の燃料を噴射するように構成されている。なお、この燃料噴射弁9には、図外の燃料ポンプにより燃料供給通路等を介して燃料が供給され、かつ、圧縮行程での燃焼室内の圧力よりも高い燃料圧力を与え得るように燃料供給系統が構成されている。

【0032】

また、各気筒2A～2Dの燃焼室4に対して吸気ポート11、11a、11b及び排気ポート12、12a、12bが開口し、これらのポートに吸気通路15、排気通路20等が接続されるとともに、各ポートが吸気弁31、31a、31b及び排気弁32、32a、32bにより開閉されるようになっている。

【0033】

そして、各気筒が所定の位相差をもって吸気、圧縮、膨張、排気の各行程からなるサイクルを行うようになっており、4気筒エンジンの場合、気筒列方向一端側から1番気筒2A、2番気筒2B、3番気筒2C、4番気筒2Dと呼ぶと、図9に示すように上記サイクルが1番気筒2A、3番気筒2C、4番気筒2D、2番気筒2Bの順にクランク角で180°ずつの位相差をもって行われるようになっている。なお、図9において、EXは排気行程、INは吸気行程であり、また、Fは燃料噴射、Sは強制点火を表し、図中の星マークは圧縮着火（条件によっては強制点火）が行われることを表している。

【0034】

排気行程と吸気行程が重なる一対の気筒間には、排気行程と吸気行程が重なるときの排気行程側の気筒（当明細書ではこれを先行気筒と呼ぶ）から吸気行程側の気筒（当明細書ではこれを後続気筒と呼ぶ）へ既燃ガスをそのまま導くことができるように、気筒間ガス通路22が設けられている。当実施形態の4気筒エンジンでは、図9に示すように1番気筒

10

20

30

40

50

2 Aの排気行程 (E X) と2番気筒2 Bの吸気行程 (I N) とが重なり、また4番気筒2 Dの排気行程 (E X) と3番気筒2 Cの吸気行程 (I N) が重なるので、1番気筒2 Aと2番気筒2 B、及び、4番気筒2 Dと3番気筒2 Cがそれぞれ一対をなし、1番気筒2 A及び4番気筒2 Dが先行気筒、2番気筒2 B及び3番気筒2 Cが後続気筒となる。

【0035】

各気筒の吸・排気ポートとこれに接続される吸気通路、排気通路及び気筒間ガス通路は、具体的には次のように構成されている。

【0036】

先行気筒である1番気筒2 A及び4番気筒2 Dには、それぞれ、新気を導入するための吸気ポート1 1と、既燃ガス (排気ガス) を排気通路に送り出すための第1排気ポート1 2 aと、既燃ガスを後続気筒に導出するための第2排気ポート1 2 bとが配設されている。また、後続気筒である2番気筒2 B及び3番気筒2 Cには、それぞれ、新気を導入するための第1吸気ポート1 1 aと、先行気筒からの既燃ガスを導入するための第2吸気ポート1 1 bと、既燃ガスを排気通路に送り出すための排気ポート3 2とが配設されている。

【0037】

図1に示す例では、1番、4番気筒2 A、2 Dにおける吸気ポート1 1および2番、3番気筒2 B、2 Cにおける第1吸気ポート1 1 aが、1気筒当たり2個ずつ、燃烧室の左半部側に並列的に設けられる一方、1番、4番気筒2 A、2 Dにおける第1排気ポート1 2 a及び第2排気ポート1 2 bならびに2番、3番気筒2 B、2 Cにおける第2吸気ポート1 1 b及び排気ポート1 2が、燃烧室の右半部側に並列的に設けられている。

【0038】

1番、4番気筒2 A、2 Dにおける吸気ポート1 1および2番、3番気筒2 B、2 Cにおける第1吸気ポート1 1 aには、吸気通路1 5における気筒別の分岐吸気通路1 6の下流端が接続されている。各分岐吸気通路1 6の下流端近傍には、共通の軸を介して互いに連動する多連スロットル弁1 7が設けられており、この多連スロットル弁1 7は制御信号に応じてアクチュエータ1 8により駆動され、吸入空気量を調節するようになっている。なお、吸気通路1 5における集合部より上流の共通吸気通路には吸気流量を検出するエアフローセンサ1 9および吸気温を測定する吸気温センサ2 7が設けられている。

【0039】

1番、4番気筒2 A、2 Dにおける第1排気ポート1 2 aおよび2番、3番気筒2 B、2 Cにおける排気ポート1 2には、排気通路2 0における気筒別の分岐排気通路2 1の上流端が接続されている。また、1番気筒2 Aと2番気筒2 Bとの間及び3番気筒2 Cと4番気筒2 Dとの間にそれぞれ気筒間ガス通路2 2が設けられ、先行気筒である1番、4番気筒2 A、2 Dの第2排気ポート1 2 bに気筒間ガス通路2 2の上流端が接続されるとともに、後続気筒である2番、3番気筒2 B、2 Cの第2吸気ポート1 1 bに気筒間ガス通路2 2の下流端が接続されている。

【0040】

上記気筒間ガス通路2 2は、互いに隣接する気筒間を接続する比較的短い通路であり、ウォータージャケット2 6に覆設されている。ウォータージャケット2 6は、その内部に気筒間ガス通路2 2を取り囲むような冷却水通路5 2 (図3参照) を備える。そして先行気筒から排出される既燃ガスがこの気筒間ガス通路2 2を通る際、放熱を抑制する場合は冷却水を停止し、放熱を促進する場合は冷却水を循環させるようになっている。なお、冷却水通路5 2には、冷却水を循環させるための冷却用ポンプ5 0およびそれを駆動する冷却用ポンプ駆動モータ5 1が設けられるとともに、冷却水の温度を測定するためのガス通路冷却水温センサ5 7が設けられている (図3参照)。

【0041】

また、気筒間ガス通路2 2には、酸素濃度に応じて出力がリニアに変化するリニアO₂センサ2 5が設けられており、その出力に応じ、所定のリーン空燃比とされる先行気筒2 A、2 Dに対する燃料噴射量がフィードバック制御される。

【0042】

排気通路20における分岐排気通路21の下流の集合部には排気ガス中の酸素濃度を検出することにより空燃比を検出する O_2 センサ28が設けられている。 O_2 センサ28は、理論空燃比付近で出力が急変する λO_2 センサであり、この O_2 センサ28の出力に基づいて後続気筒2B、2C（各気筒独立状態のときは気筒2A、2Dを含む）に対する燃料噴射量がフィードバック制御される。さらに O_2 センサ28の下流の排気通路20には排気浄化用の三元触媒24が設けられている。この三元触媒24は、一般に知られているように、排気ガスの空燃比が理論空燃比（つまり空気過剰率 λ が $\lambda = 1$ ）付近にあるときにHC、CO及びNOxに対して高い浄化性能を示す触媒である。

【0043】

各気筒の吸・排気ポートを開閉する吸・排気弁とこれらに対する動弁機構は、次のようになっている。

【0044】

1番、4番気筒2A、2Dにおける吸気ポート11、第1排気ポート12a及び第2排気ポート12bにはそれぞれ吸気弁31、第1排気弁32a及び第2排気弁32bが設けられ、また、2番、3番気筒2B、2Cにおける第1吸気ポート11a、第2吸気ポート11b及び排気ポート12にはそれぞれ第1吸気弁31a、第2吸気弁31b及び排気弁32が設けられている。そして、各気筒の吸気行程や排気行程が上述のような所定の位相差をもって行われるように、これら吸・排気弁がそれぞれカムシャフト33、34等からなる動弁機構により所定のタイミングで開閉するように駆動される。

【0045】

さらに、これらの吸・排気弁のうち第1排気弁32a、第2排気弁32b、第1吸気弁31a及び第2吸気弁31bに対しては、各弁を作動状態と停止状態とに切換える弁停止機構35が設けられている。この弁停止機構35は、従来から知られているため詳しい図示は省略するが、例えば、カムシャフト33、34のカムと弁軸との間に介装されたタペットに作動油の給排が可能な油圧室が設けられ、この油圧室に作動油が供給されている状態ではカムの作動が弁に伝えられて弁が開閉作動され、油圧室から作動油が排出されたときにはカムの作動が弁に伝えられなくなることによって弁が停止されるようになっている。

【0046】

上記第1排気弁32aの弁停止機構35と第1吸気弁31aの弁停止機構35とに対する作動油給排用の通路36には第1コントロール弁37が、また第2排気弁32bの弁停止機構35と第2吸気弁31bの弁停止機構35とに対する作動油給排用の通路38には第2コントロール弁39がそれぞれ設けられている（図3参照）。

【0047】

図3は駆動、制御システムの構成を示している。この図において、マイクロコンピュータ等からなるエンジン制御用のECU（コントロールユニット）40には、エアフローセンサ19、 O_2 センサ28、リニア O_2 センサ25および吸気温度センサ27からの信号が入力され、運転状態を判別するためにエンジン回転数を検出する回転数センサ47、アクセル開度（アクセルペダル踏み量）を検出するアクセル開度センサ48および車速センサ55等からの信号が入力され、更に各冷却水の温度を検知するためにエンジン冷却水温センサ56やガス通路冷却水温センサ57からの信号が入力されている。このECU40から、各燃料噴射弁9と、多連スロットル弁17のアクチュエータ18と、上記第1、第2のコントロール弁37、39と、冷却用ポンプ駆動モータ51とに対して制御信号が出力されている。

【0048】

上記ECU40は、少なくとも低負荷低回転域で、ガス流通経路を2気筒接続状態（図10参照）としつつ燃焼を行わせる特殊運転モードに制御する制御手段を構成するものであって、運転状態判別手段41、弁停止機構制御手段42、吸入空気量制御手段43、燃焼制御手段44、ガス通路冷却制御手段49及び筒内温度状態推測手段53を備えている。

【0049】

運転状態判別手段41は、上記回転数センサ45及びアクセル開度センサ46等からの信

10

20

30

40

50

号によりエンジンの運転状態（エンジン回転数及びエンジン負荷）を調べ、運転状態が図4に示すような低負荷低回転側の運転領域A（A-1、A-2を含む）と、高負荷側ないし高回転側の運転領域Bとのいずれの領域にあるかを判別する。運転領域Aの中でも、運転領域A-1は、比較的低負荷低回転の領域であり、運転領域A-2は、比較的高負荷高回転の領域である。

【0050】

エンジンが温間状態（完全に暖機された状態）にあり、かつ特別な状態（例えば後述する後続気筒の筒内温度上昇など）にないとき、運転領域Aでは特殊運転モードでの運転を行い、運転領域Bでは通常運転モードでの運転を行う。

【0051】

弁停止機構制御手段42は、特殊運転モードと通常運転モードとに応じ、上記各コントロール弁37、39を制御することにより、各弁停止機構35を次のように制御する。

特殊運転モード：第1排気弁32a及び第1吸気弁31aを停止状態

第2排気弁32b及び第2吸気弁31bを作動状態

通常運転モード：第1排気弁32a及び第1吸気弁31aを作動状態

第2排気弁32b及び第2吸気弁31bを停止状態

【0052】

この弁停止機構制御手段42とこれにより制御される各弁停止機構35とにより、ガスの流通経路を後に詳述するように切替える流通経路切替手段が構成されている。

【0053】

上記吸入空気量制御手段43は、アクチュエータ18を制御することによりスロットル弁17の開度（スロットル開度）を制御するものであり、運転状態に応じてマップ等から目標吸入空気量を求め、その目標吸入空気量に応じてスロットル開度を制御する。この場合、特殊運転モードでは、後述のように後続気筒（2番、3番気筒2B、2C）においては分岐吸気通路16からの吸気導入が遮断された状態で先行気筒から導入されるガス中の過剰空気と新たに供給される燃料との比が理論空燃比とされつつ燃焼が行われるので、先行、後続の2気筒分の要求トルクに応じた燃料の燃焼に必要な量の空気（2気筒分の燃料の量に対して理論空燃比となる量の空気）が先行気筒（1番、4番気筒2A、2D）に供給されるように、スロットル開度が調節される。

【0054】

上記燃焼制御手段44は、燃料噴射制御手段45と点火制御手段46とからなり、燃料噴射制御手段45により、各気筒2A～2Dに設けられた燃料噴射弁9からの燃料噴射量及び噴射タイミングをエンジンの運転状態に応じて制御するとともに、点火制御手段46により運転状態に応じた点火時期の制御及び点火停止等の制御を行う。そして、特に運転状態が特殊運転モードである場合と通常運転モードである場合とで燃焼の制御（燃料噴射の制御及び点火の制御）が変更される。なお空燃比は、吸入空気量と燃料噴射量との比によって決定されるので、燃料噴射制御手段45には空燃比制御手段としての機能も含まれる。

【0055】

すなわち、特殊運転モードの場合、先行気筒（1番、4番気筒2A、2D）に対しては、空燃比を理論空燃比よりも大きいリーン空燃比、好ましくは理論空燃比の略2倍もしくはそれ以上とするように燃料噴射量を制御するとともに、圧縮行程で燃料を噴射して混合気の成層化を行わせるように噴射タイミングを設定し、かつ、圧縮上死点付近で強制点火を行わせるように点火タイミングを設定する。なお、後述するように、先行気筒の燃料噴射量は、後続気筒の混合気温度を昇降させるために補正される。一方、後続気筒（2番、3番気筒2B、2C）に対しては、先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに対して燃料を供給し、実質的な理論空燃比となるように燃料噴射量を制御するとともに、吸気行程で燃料を噴射するように噴射タイミングを設定する。そして後述するように、後続気

10

20

30

40

50

筒の筒内温度が圧縮着火に適した温度であるときには強制点火を停止させて圧縮着火による燃焼を行い、そうでないときには強制点火による燃焼を行う。なお、圧縮着火に適した温度とは、温度が低すぎて失火したり、高すぎて異常燃焼したりせず、圧縮着火によって正常な燃焼が行われる温度をいう（以下同様）。

【0056】

一方、通常運転モードの場合には、各気筒2A～2Dの空燃比を理論空燃比もしくはそれ以下とするように燃料噴射量を制御し、例えば通常運転モードのうちの大部分の領域において理論空燃比とし、全開負荷及びその付近の運転領域で理論空燃比よりリッチとする。そして、この場合に、各気筒2A～2Dに対して吸気行程で燃料を噴射して混合気を均一化するように噴射タイミングを設定し、かつ、各気筒2A～2Dとも強制点火を行わせる

10

【0057】

ガス通路冷却制御手段49は、特殊運転モード中、気筒間ガス通路22内を流れる既燃ガス温度の制御を行う。特殊運転モード中であっても、運転状態が図4の運転領域A-2のように、比較的高負荷高回転である場合や、運転領域Bから運転領域Aに移行した直後などは、後続気筒2B、2Cの筒内温度が圧縮着火に適した温度よりも高温になる場合がある。ガス通路冷却制御手段49は、筒内温度状態推測手段53による後続気筒の混合気温度の推定値（詳細は後述する）に基き、その混合気温度が所定値以上であるとき、冷却用ポンプ駆動モータ51を作動させる。その冷却用ポンプ駆動モータ51に駆動される冷却用ポンプ50によって冷却水が冷却水通路52内を循環し、ウォータージャケット26内の気筒間ガス通路22を冷却する。このため、先行気筒2A、2Dから気筒間ガス通路22を経由して後続気筒2B、2Cに導かれる既燃ガスの温度が降下するので、後続気筒2B、2Cの筒内温度が圧縮着火に適した温度に維持される。

20

【0058】

筒内温度状態推測手段53は、特殊運転モード中の後続気筒の筒内温度状態を推測し、燃焼直前の混合気温度を推定する。その推定値に基いて、燃焼制御手段44では先行気筒の空燃比の補正を行い、ガス通路冷却制御手段49では冷却用ポンプ駆動モータ51のON/OFFを切替える。以下に、筒内温度状態推測手段53について説明する。

【0059】

図5は、筒内温度状態推測手段53における推測手順の主要ブロック図である。図5は、縦8列の構成になっているが、左列のP10～P26は、ECU40に入力される各種センサからの信号やECU40内部のパラメータにより、直接あるいは簡単な演算で得られる入力パラメータである。中央列の既燃ガス流量P30は、演算過程で得られる中間パラメータである。右列の先行気筒既燃ガス温度P40、気筒間ガス通路内の既燃ガス温度P50は主要な演算結果であり、後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60は、最終的な演算結果である。このように筒内温度状態推測手段53は、各入力パラメータから先行気筒既燃ガス温度P40、気筒間ガス通路内の既燃ガス温度P50を順に求めて行き、最終的に後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60を求めるようになっている。

30

【0060】

先行気筒既燃ガス温度P40を求める過程を先行気筒演算部、気筒間ガス通路内の既燃ガス温度P50を求める過程を気筒間ガス通路演算部、そして後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60を求める過程を後続気筒演算部として、次にこれらについて説明する。

40

【0061】

最初の先行気筒演算部では、先行気筒空燃比P10、点火時期P12、エンジン冷却水温P14、吸気温度P16、エンジン回転数P18および空気充填量P20によって先行気筒既燃ガス温度P40が求められる。先行気筒空燃比P10は、エアフローセンサ19による吸入空気量と、燃料噴射制御手段45による燃料噴射量から求められるパラメータであり、リニアO₂センサ25でフィードバック制御される。点火時期P12は、燃料噴射制御手段45により決定されるパラメータである。エンジン冷却水温P14、吸気温度P16、エンジン回転数P18および空気充填量P20は、それぞれエンジン冷却水温セン

50

サ56、吸気温度センサ27、回転数センサ47およびエアフローセンサ19により得られるパラメータである。

【0062】

次の気筒間ガス通路演算部では、先行気筒演算部で得られた先行気筒既燃ガス温度P40と、吸気温度P16、車速P22、ガス通路冷却水温P24および既燃ガス流量P30とから、気筒間ガス通路内の既燃ガス温度P50が求められる。車速P22およびガス通路冷却水温P24は、車速センサ55およびガス通路冷却水温センサ57から得られるパラメータである。既燃ガス流量P30は、エンジン回転数P18と空気充填量P20とにより算出される中間パラメータである。

【0063】

最後の後続気筒演算部では、気筒間ガス通路内の既燃ガス温度P50と、エンジン回転数P18、空気充填量P20、既燃ガス流量P30および後続気筒空燃比P26とから、後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60が求められる。後続気筒空燃比P26は、先行気筒空燃比P10と燃料噴射制御手段45による燃料噴射量から求められるパラメータであり、実質的な理論空燃比となるよう、O₂センサ28でフィードバック制御される。

【0064】

本実施形態では、後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60が圧縮着火に適した温度帯域から外れたとき、或いは外れそうになったときに先行気筒空燃比P10を変更して、後続気筒の混合気温度が適正値になるように補正するとともに、必要に応じて圧縮着火と強制点火とを切換えている。以下に、後続気筒の筒内温度状態推測手段に基く、先行気筒の空燃比の補正について図6～図8を参照しつつ説明する。

【0065】

図6は、先行気筒と後続気筒との燃料噴射量の関係を示すグラフである。横軸に先行気筒2A、2Dの燃料噴射量F1を、縦軸に後続気筒2B、2Cの燃料噴射量F2を示す。先行気筒2A、2Dが吸入する空気量に対し、理論空燃比となるような燃料供給量をF0とすると、燃料噴射量F1、F2は図6に示すように、 $F1 + F2 = F0$ という関係になっている。このようにすると、先行気筒の燃料噴射量F1を増減させたとき、それに伴って後続気筒の燃料噴射量F2が逆方向に増減する。このため、後続気筒2B、2Cにおける燃焼が実質的に理論空燃比での燃焼となり、後続気筒2B、2Cから排出される排ガスは、三元触媒24によって十分に浄化される。このように、先行気筒で熱効率の良いリーン燃焼を行いながら、リーン燃焼を行う際に従来必要とされていた、比較的高価なリーンNOx触媒を設けないようにしてコストを削減している。なお、先行気筒の燃料噴射量F1の基準値は、燃料供給量F0の $1/2$ （図6の点G）或いは、それよりも若干少ない量となるように設定されている。

【0066】

図7は、先行気筒の燃料噴射量と先行気筒および後続気筒での空気過剰率との関係を示すグラフである。横軸に先行気筒2A、2Dの燃料噴射量F1を、縦軸に各気筒の空気過剰率 λ を示す。空気過剰率 λ は、空燃比が理論空燃比（ $\lambda = 1$ ）の何倍であることを示すパラメータである。各気筒の燃料噴射量が、図6に示すような $F1 + F2 = F0$ の関係にあるとき、先行気筒の空気過剰率 λ は、図7に示すように $\lambda = F0 / F1$ の関係にある。このように先行気筒2A、2Dでは、燃料噴射量F1を多くすれば空気過剰率 λ が小さくなり、燃料噴射量F1を少なくすれば空気過剰率 λ が大きくなる。先行気筒の λ の基準値は、図6の点Gと対応する値として $\lambda = 2$ （図7の点G1）或いは、それよりも若干大きな値となっている。一方、後続気筒の実質的な空気過剰率 λ は、 $\lambda = 1$ と一定になっている。後続気筒で図6の点Gと対応する点は、図7の点G2である。

【0067】

図8は、先行気筒の空気過剰率 λ と後続気筒の混合気温度との関係を示すグラフである。横軸に先行気筒2A、2Dの空気過剰率 λ を、縦軸に後続気筒2B、2Cの混合気温度T（筒内温度状態推測手段53によって推定した後続気筒の燃焼直前の混合気温度P60に相当する）を示す。図8には、3通りの運転状態に対応する3本の特性H、J、Kを示す

10

20

30

40

50

。通常これらは、エンジンによって固有の特性を有する右下がりの曲線となるが、ここでは説明を簡潔にするために各特性を右下がりの直線で示す。そして、特性Hを基準の運転状態とし、特性Jを、特性Hから後続気筒の混合気温度T（以下単に混合気温度Tともいう）が低くなった状態、特性Kを高くなった状態としている。特性Hは、図5に示した各入力パラメータの変化に伴い、特性Jや特性Kに変化する。例えば、特性Jは図4の運転領域A-1で、特性Kは運転領域A-2で起こり易い。

【0068】

図8の特性Hにおいて、先行気筒の空気過剰率 λ が λ_1 （ $\lambda_1 = 2$ ）のときの混合気温度Tは τ_1 である（点h）。この状態から特性Jに移行すると、混合気温度Tは τ_1 よりも低い $\tau_1 - \tau_2$ となる（点j1）。ここで先行気筒の空気過剰率 λ を、 λ_1 よりも小さな（リッチな） $\lambda_1 - \lambda_2$ （但し $1 < \lambda_1 - \lambda_2 \leq 2$ ）に変化させる。すると先行気筒での燃料噴射量が増加し、既燃ガス温度が上昇するので混合気温度Tは上昇し、 τ_1 に復帰する（点j2）。

10

【0069】

一方、特性H上の点hの状態から特性Kに移行すると、混合気温度Tは τ_1 よりも高い $\tau_1 + \tau_3$ となる（点k1）。ここで先行気筒の空気過剰率 λ を、 λ_1 よりも大きな（リーンな） $\lambda_1 + \lambda_3$ （但し $\lambda_1 + \lambda_3 > 2$ ）に変化させる。すると先行気筒での燃料噴射量が減少し、既燃ガス温度が降下するので混合気温度Tは降下し、 τ_1 に復帰する（点k2）。

【0070】

以上のように、後続気筒の混合気温度Tの温度特性が運転状態によって変化しても、それに応じて先行気筒の空気過剰率 λ を変化させることにより、混合気温度Tを狙いの温度に維持するように補正することができ。実際には、 τ_1 は1点ではなく、圧縮着火に適する一定の幅を持った温度帯域なので、その温度帯域に入るように先行気筒の空気過剰率 λ を増減させればよい。また、混合気温度Tの温度特性の変化量が大きく、先行気筒の空気過剰率 λ を変化させても所定の温度帯域に入らない場合、後続気筒を強制点火に切換える、あるいは特殊運転モードから通常運転モードに切換えるようにすれば良い。例えば、混合気温度Tが特に高く、後続気筒でノッキングの発生懸念のある場合には、後続気筒での圧縮着火が起こらない程度にまで先行気筒の空気過剰率 λ を大きくして混合気温度Tを降下させ、後続気筒を強制点火に切換えれば良い。

20

【0071】

なお、ウォータージャケット26内に冷却水を導いて気筒間ガス通路22を冷却すると、後続気筒に導かれる既燃ガスの温度が降下するので後続気筒の混合気温度Tは下がる。即ち、図8の特性H、J、Kは全体的に下方（低温側）に移動する。従って、温度特性が特性Hよりも高い（特性K側）方向に変化した場合のみ冷却用ポンプ駆動モータ51を作動させて気筒間ガス通路22を冷却するようにすれば、先行気筒の空気過剰率 λ による補正量を少なくできるので、結果的に、より高負荷高回転まで特殊運転モードの領域（図4の領域A）を拡大することができる。

30

【0072】

以上のような当実施形態の装置の作用を、図9～図12を参照しつつ説明する。特殊運転モードでは前述のように第1排気弁32a及び第1吸気弁31aが停止状態、第2排気弁32b及び第2吸気弁31bが作動状態とされることにより、実質的な新気及びガスの流通経路は図10に示すようになり、先行気筒（1番、4番気筒）2A、2Dから排出される既燃ガスがそのまま気筒間ガス通路22を介して後続気筒（2番、3番気筒）2B、2Cに導入されるとともに、この後続気筒2B、2Cから排出されるガスのみが排気通路20に導かれるような2気筒接続状態とされる。

40

【0073】

この状態において、先行気筒2A、2Dにそれぞれ吸気行程で吸気通路15から新気が導入され（図10中の矢印a）、先行気筒2A、2DではリニアO₂センサ25により検出される空燃比が理論空燃比の略2倍ないしそれ以上の超リーン空燃比となるように燃料噴

50

射量がフィードバック制御されつつ圧縮行程で燃料が噴射され、かつ、所定点火時期に点火が行われて、超リーン空燃比での成層燃焼が行われる（図9参照）。

【0074】

その後、先行気筒2A、2Dの吸気行程と後続気筒2B、2Cの排気行程が重なる期間に、先行気筒2A、2Dから排出された既燃ガスがガス通路22を通過して後続気筒2B、2Cに導入される（図9中の白抜き矢印及び図10中の矢印b）。そして、後続気筒2B、2Cでは、先行気筒2A、2Dから導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料が供給されて、実質的に理論空燃比となるように燃料噴射量が制御されつつ、吸気行程で燃料が噴射される。このとき、後続気筒2B、2Cでは点火プラグ7での強制点火が停止され、圧縮行程の上死点付近で燃焼室内の圧力、温度の上昇により圧縮着火が行われる。

10

【0075】

こうして後続気筒2B、2Cでは、多量のEGRガス相当の既燃ガス成分を含み、かつ、空燃比がリーンであるという条件下でも、同時圧縮着火により燃焼が急速に行われ、これにより熱効率が大幅に向上されることとなる。

【0076】

また、常時筒内温度状態推測手段53による後続気筒の燃焼直前の混合気温度Tの推定がなされており、その温度が圧縮着火に適した温度帯域より外れたり、外れそうになったりした場合は、前述のように先行気筒の空燃比（パラメータとして空気過剰率λを用いても同義である）を増減することにより、混合気温度Tが適正な温度に復帰するように制御するので、より広い運転領域において圧縮着火による燃焼を行うことができる。

20

【0077】

更に、必要に応じて後続気筒を圧縮着火から強制点火に切換えるので、圧縮着火に不適な運転領域であっても、強制点火による特殊運転モードが可能となる。

【0078】

つまり、先行気筒2A、2Dでは超リーンでの成層燃焼により熱効率が高められるとともにポンピングロスが低減され、一方、後続気筒2B、2Cでは、先行気筒2A、2Dと同様にポンピングロス低減効果が得られるとともに、圧縮着火による燃焼を行う場合には、均一な混合気分布状態で圧縮着火が行われることにより熱効率が高められるとともに、これらの作用により、燃費が大幅に改善されることとなる。

【0079】

しかも、先行気筒の空燃比を補正することにより、特殊運転モードで運転できる領域、なかでも圧縮着火による燃焼ができる領域が拡大するので、なお一層燃費を向上することができる。

30

【0080】

また、先行気筒2A、2Dでは理論空燃比の略2倍もしくはそれ以上のリーン空燃比とされることでNOx発生量が比較的少なく抑えられ、後続気筒2B、2Cでは、先行気筒2A、2Dから既燃ガスが導入されることで多量のEGRが行われているのと同等の状態となることからNOxの発生が十分に抑制される。このような点からもエミッションの向上に有利となる。

【0081】

一方、通常運転モードでは前述のように第1排気弁32a及び第1吸気弁31aが作動状態、第2排気弁32b及び第2吸気弁31bが停止状態とされることにより、実質的な新気及びガスの流通経路は図11に示すようになり、実質的に各気筒2A～2Dの吸気ポート31、31a及び排気ポート12a、12bが独立し、吸気通路15から各気筒2A～2Dの吸気ポート31、31aに新気が導入されるとともに各気筒2A～2Dの排気ポート31、31aから排気通路20に既燃ガスが排出される。そしてこの場合は、理論空燃比もしくはそれよりリッチとなるように吸入空気量及び燃料噴射量が制御されることにより、出力性能が確保される。

40

【0082】

図12はECU40の制御のうち、主に先行気筒の空燃比の補正に関する部分のフローチ

50

ャートを示す。このフローチャートでは、空燃比と同義のパラメータとして、空燃比を理論空燃比で除した空気過剰率 λ を用いている。

【0083】

制御スタート後、まずS12で運転状態判別手段41によって運転状態が図4の領域Aであるか領域Bであるかが判別される。S12で運転領域Aであると判別されると、S14に移行し、エンジン冷却水温センサ56からの信号により、エンジンが温間であるかどうかの判定が行われる。S14でYESと判定されると、特殊運転モードとなり、S16に移行する。S16では、筒内温度状態推測手段58による後続気筒の混合気温度Tの推定が行われる。次のS18では、その混合気温度Tと所定温度 T_{m1} との比較がなされる。所定温度 T_{m1} は、圧縮着火に適した混合気温度Tの下限值である。S18で $T < T_{m1}$ がYESと判定されると、混合気温度Tが圧縮着火に適した温度にまで上昇していないことを示す。そこでS20に移行し、先行気筒の空気過剰率 λ を、現在値より $\Delta\lambda$ だけ小さな値に補正する。但し、補正後の空気過剰率 λ は、 $1 < \lambda \leq 2$ の範囲とされる。こうして、先行気筒の空燃比をリッチ化し、既燃ガス温度を上昇させることにより早期に混合気温度Tが上昇するようにしたうえで、S22に移行して後続気筒を強制点火とした後、リターンする。

10

【0084】

S18に遡って、 $T < T_{m1}$ がNOと判定されると、混合気温度Tが圧縮着火するのに十分な温度にまで上昇していることを示す。そしてS24に移行し、混合気温度Tと所定温度 T_{m3} との比較がなされる。所定温度 T_{m3} は、特殊運転モードに適した混合気温度Tの上限値である。 $T > T_{m3}$ がNOと判定されると、S26に移行し、更に混合気温度Tと所定温度 T_{m2} との比較がなされる。所定温度 T_{m2} は、特殊運転モード中の圧縮着火に適した混合気温度Tの上限値である。なお、上記の T_{m1} 、 T_{m3} との関係は、 $T_{m1} < T_{m2} < T_{m3}$ である。S26で $T > T_{m2}$ がYES、つまり $T_{m2} < T < T_{m3}$ であると判定されると、特殊運転モードは継続可能であるが、混合気温度Tが圧縮着火に適した温度よりも高く、ノッキング等の異常燃焼が起こり易くなっていることを示す。

20

【0085】

そこでS28へ移行し、先行気筒2A、2Dの空気過剰率 λ を、現在値より $\Delta\lambda$ だけ大きな値に補正する。但し、補正後の空気過剰率 λ は、 $\lambda > 2$ の範囲とされる。こうして、先行気筒の空燃比をリーン化し、既燃ガス温度を低下させることにより、混合気温度Tの降下をはかる。その後、S30に移行し、補正後の空気過剰率 λ が比較的小さい場合には圧縮着火とし、補正後の空気過剰率 λ が比較的大きく、圧縮着火し難い場合には強制点火とした後、リターンする。

30

【0086】

S26に遡って、 $T > T_{m2}$ がNO、つまり $T_{m1} \leq T \leq T_{m2}$ であると判定されると、混合気温度Tが圧縮着火に適した温度帯域内にあることを示す。そこでS32に移行し、先行気筒の空気過剰率 λ を現状値のままとし、S34に移行して後続気筒を圧縮着火とした後、リターンする。

【0087】

遡って、S12で運転領域Bであると判別された場合、S14でエンジンが温間ではないと判定された場合、およびS24で $T > T_{m3}$ 、即ち混合気温度Tが特殊運転モードに適した混合気温度Tの上限値を超えていると判定された場合のいずれも、S36に移行し、通常運転モードとした後、リターンする。

40

【0088】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定するものではなく、たとえば以下に示すような形態も可である。

【0089】

後続気筒の空燃比は、必ずしも実質的な理論空燃比でなくても良く、それよりもリッチ、或いはリーンであっても良い。その際は、必要に応じて、排気通路20に三元触媒24に加えてリーンNO \times 触媒を設ける等しても良い。リーンNO \times 触媒は、リーン空燃比でも

50

NO_x浄化性能を有するもので、例えば酸素過剰雰囲気下でNO_xを吸着して酸素濃度低下雰囲気下でNO_xの離脱、還元を行う吸蔵型リーンNO_x触媒である。

【0090】

後続気筒への燃料供給は、必ずしも燃焼室に直接燃料を噴射する直噴タイプでなくとも良い。例えば燃料噴射弁を気筒間ガス通路22と吸気ポート11aに設け、特殊運転モード中は気筒間ガス通路22に燃料を噴射することにより、通常運転モード中は吸気ポート11aに燃料を噴射することにより、それぞれ後続気筒に燃料を供給するものでも良い。

【0091】

気筒間ガス通路22の冷却手段は、上記のような水冷式に限定するものではない。例えば、気筒間ガス通路22の外側に多数の冷却フィンを設置するとともに、走行風をそのフィン部に導入するようないわゆる空冷式であっても良い。また特に冷却手段を設けなくとも良い。

10

【0092】

上記実施形態では、後続気筒の燃焼前の筒内温度状態を推測する手段を設けるとともに、その推測による上記後続気筒の混合気温度によって空燃比の補正を行うようにしているが、必ずしもそのようにする必要はなく、たとえば筒内温度状態を推測する手段を設けず、空燃比をリッチ側に補正する条件、リーン側に補正する条件等（たとえば外気温など）を予め設定しておき、その条件が成立した場合に所定の空燃比の補正を行うようにしても良い。或いは、後続気筒の燃焼前の筒内温度を推測ではなく実測するものでもよい。また他の箇所（気筒間ガス通路22など）の温度の実測値に基く制御としても良い。

20

【0093】

本発明は4気筒以外の多気筒エンジンにも適用可能である。そして、例えば6気筒等では1つの気筒の排気行程と別の気筒の吸気行程が完全に重なり合うことはないが、このような場合は、一方の気筒の排気行程が他方の気筒の吸気行程より先行するとともに、両行程が部分的に重なり合う2つの気筒を先行、後続の一对の気筒とすればよい。

【0094】

【発明の効果】

以上のように本発明の制御装置は、排気行程と吸気行程が重なる一对の気筒間において排気行程側の気筒である先行気筒から排出される既燃ガスがそのまま吸気行程側の気筒である後続気筒に気筒間ガス通路を介して導入されるとともに、この後続気筒から排出されるガスが排気通路に導かれるような2気筒接続状態とすることが可能なガス流通経路と、少なくとも低負荷低回転域で、上記ガス流通経路を上記2気筒接続状態としつつ燃焼を行わせる特殊運転モードに制御する制御手段とを備え、上記制御手段は、上記特殊運転モードにおいて、上記先行気筒では理論空燃比よりも所定量大きいリーン空燃比とした状態で燃焼を行わせるとともに、上記後続気筒では上記先行気筒から導入されたリーン空燃比の既燃ガスに燃料を供給して所定の空燃比とした状態で燃焼を行わせるように各気筒の空燃比を制御する空燃比制御手段を含み、上記空燃比制御手段は、上記先行気筒の空燃比を増減させることにより、上記後続気筒の混合気温度を制御することとを特徴とするので、リーン燃焼した高温の既燃ガスを、更に圧縮して再燃焼を行わせるようなエンジンにおいて、その再燃焼前の混合気温度が望ましい温度となる走行領域を拡大し、リーン燃焼、更には圧縮着火による燃焼によって、高い燃費改善効果と排ガス浄化効果を得ることができる。

30

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による装置を備えたエンジン全体の概略平面図である。

【図2】エンジン本体等の概略断面図である。

【図3】制御システムのブロック図である。

【図4】運転領域を示す説明図である。

【図5】後続気筒の燃焼前の筒内温度状態を推測する手順を示す主要ブロック図である。

【図6】各気筒の燃料噴射量を示すグラフである。

【図7】各気筒の空気過剰率を示すグラフである。

【図8】先行気筒の空気過剰率と後続気筒の混合気温度との関係を概念的に示すグラフで

50

ある。

【図 9】各気筒の排気行程、吸気行程、燃料噴射時期および点火時期等を示す図である。

【図 10】低負荷低回転時の実質的な新気およびガスの流通経路を示す説明図である。

【図 11】高負荷、高低回転側の運転領域にある時の実質的な新気およびガスの流通経路を示す説明図である。

【図 12】先行気筒の空燃比の補正を主要部とする制御のフローチャートである。

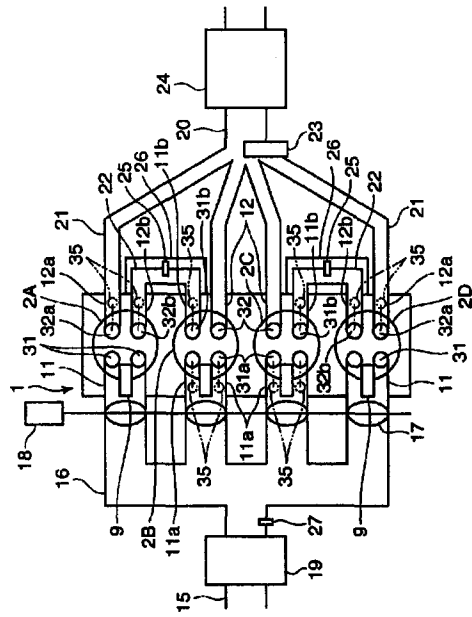
【符号の説明】

- 1 エンジン本体
- 2 A ~ 2 D 気筒
- 9 燃料噴射弁
- 11 吸気ポート
- 11 a, 11 b 吸気ポート
- 12, 12 a, 12 b 排気ポート
- 15 吸気通路
- 20 排気通路
- 22 気筒間ガス通路
- 25 リニア O₂ センサ
- 26 ウォータージャケット
- 31, 31 a, 31 b 吸気弁
- 32, 32 a, 32 b 排気弁
- 35 弁停止機構
- 40 ECU
- 41 運転状態判別手段
- 42 弁停止機構制御手段
- 43 吸入空気量制御手段
- 44 燃焼制御手段
- 49 ガス通路冷却制御手段
- 50 冷却用ポンプ
- 53 筒内温度状態推測手段

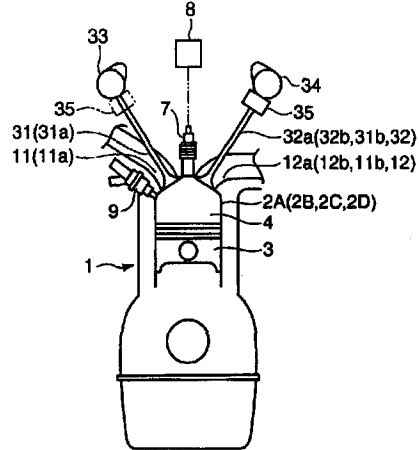
10

20

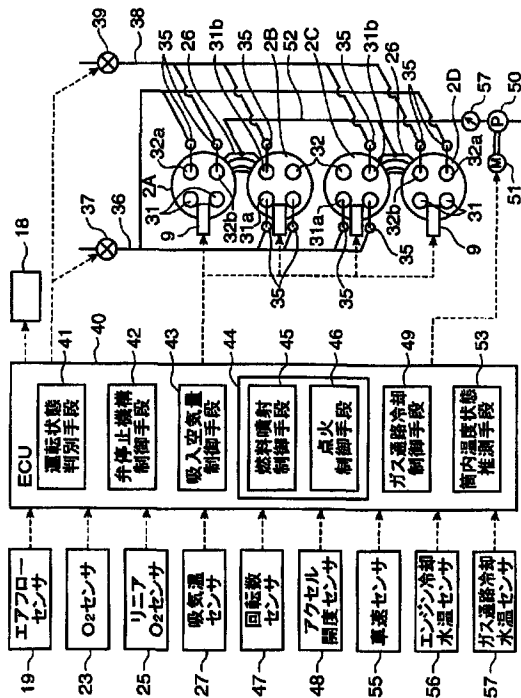
【図 1】



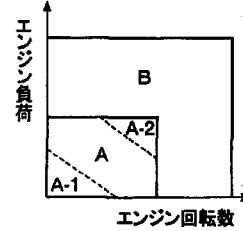
【図 2】



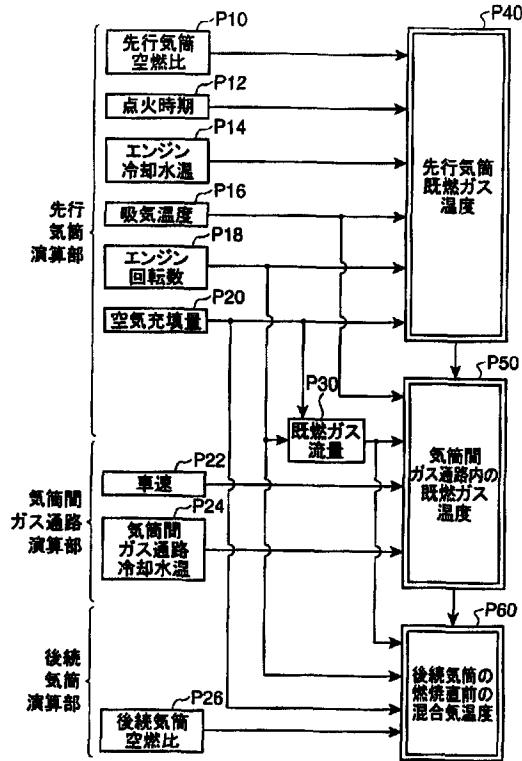
【図 3】



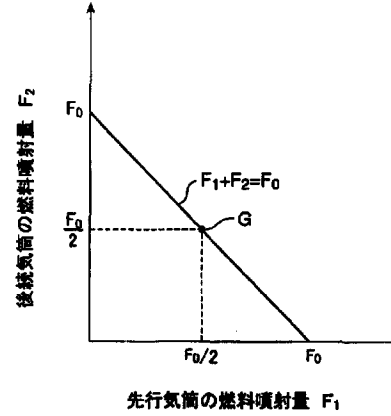
【図 4】



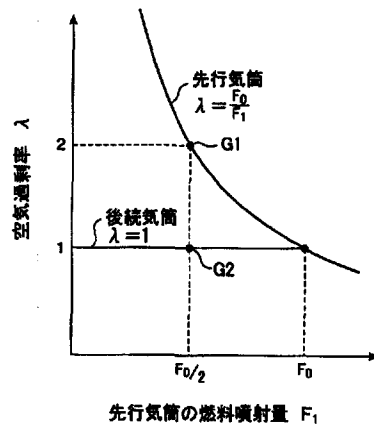
【図 5】



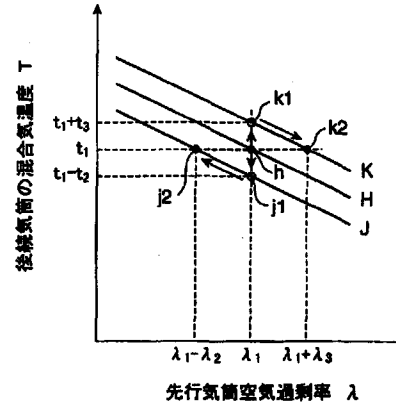
【図 6】



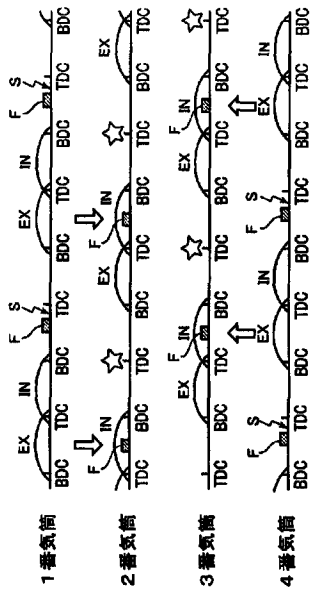
【図 7】



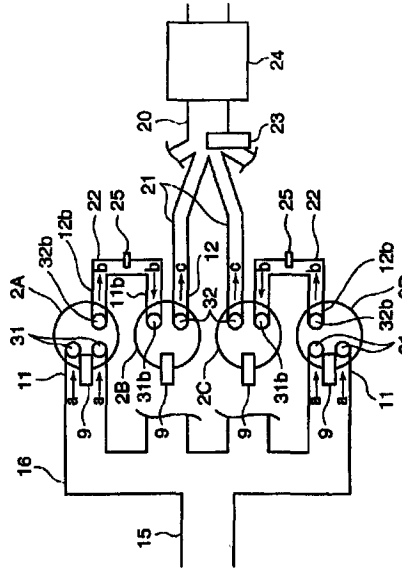
【図 8】



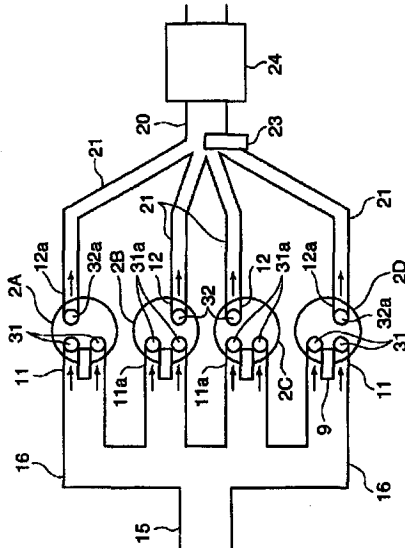
【図 9】



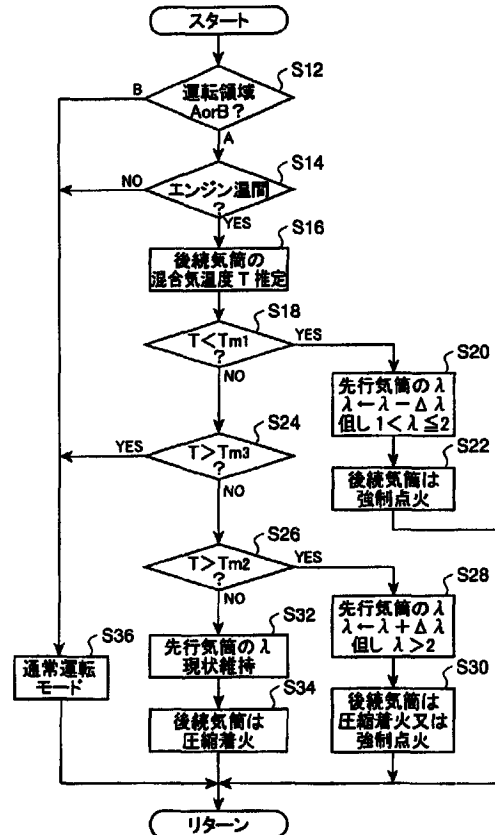
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F 0 2 M 25/07

F I

F 0 2 D 45/00 3 1 2 B

F 0 2 M 25/07 B

F 0 2 M 25/07 5 1 0 A

F 0 2 M 25/07 5 7 0 M

F 0 2 M 25/07 5 8 0 E

テーマコード (参考)

(72)発明者 住田 孝司

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

(72)発明者 林 好徳

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

Fターム(参考) 3G062 AA03 BA04 BA05 CA07 ED06 ED08 ED10 GA01 GA04 GA06

GA08 GA10 GA12 GA17 GA25

3G084 BA05 BA09 BA13 BA15 BA17 BA20 BA23 CA02 CA03 CA04

CA09 DA02 DA10 DA25 EA11 EB11 FA02 FA05 FA07 FA10

FA19 FA20 FA30

3G092 AA01 AA02 AA17 BA04 BA07 BA09 BB01 BB06 DA01 DA02

DA12 DA14 DC03 DG08 EA08 EA09 EA10 FA17 FA24 GA02

GA05 GA06 GA17 GA18 HA01X HA04X HC03X HD06X HE08X HF08X

HF21X

3G301 HA00 HA01 HA13 JA02 JA21 JA25 KA05 KA08 KA09 KA25

KB04 LA03 LA07 LC03 MA01 MA11 MA19 NA08 NB02 ND01

ND07 NE13 NE15 NE17 NE19 PA01X PA10X PC05X PD03X PD04X

PD08X PE08X PF01X PF03X